

DELPHION

No acti

Select CR**RESEARCH****PRODUCTS****INSIDE DELPHION****Log Out** | **Work Files** | **Saved Searches****My Account**

Search: Quick/Number Boolean Advanced

The Delphion Integrated View: INPADOC RecordGet Now: ☒ **PDF** | [File History](#) | [Other choices](#)Tools: Add to Work File: **Create new**View: Jump to: **Top** Go to: **Derwent**

Title: **NL1015995C: Mass flowmeter for gases, uses vibrating spool pis measuring cylinder and has motorized adjustment which varies cylinder to suit flow range**[From equivalent [NL1015995C2](#)][Dutch]

Derwent Title: Mass flowmeter for gases, uses vibrating spool piston inside measuring cylinder and has motorized adjustment which varies volume of cylinder to suit flow range [[Derwent Record](#)]

Country: NL Netherlands

Kind: C Granted Patents (See also: [NL1015995C2](#))

Inventor: MIJNDERT PIETER VAN DER BEEK; Netherlands

Assignee: **NMI VAN SWINDEN LABORATORIUM B.V.** Netherlands
[News, Profiles, Stocks and More about this company](#)



Published / Filed: 2002-02-26 / 2000-08-23

Application Number: NL2000001015995

IPC Code: IPC-7: [G01F 25/00](#); [G01F 3/16](#); [G01F 15/02](#);

ECLA Code: [G01F3/16](#); [G01F25/00A2](#); [G01F15/02C](#);

Priority Number: 2000-08-23 NL2000001015995

INPADOC Legal Status:

| Gazette date | Code | Description (remarks) <small>List all possible codes for NL</small> |
|--------------|--------|---|
| 2005-05-02 | VD1 - | Lapsed due to non-payment of the annual fee (2005-03-01) |
| 2002-05-01 | PD2B + | A search report has been drawn up |

Get Now: [Family Legal Status Report](#)

Family:

| PDF | Publication | Pub. Date | Filed | Title |
|-------------------------------------|-----------------------------|------------|------------|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> | NL1015995C2 | 2002-02-26 | 2000-08-23 | Werkwijze en inrichting voor het meter fluSdumstromingssnelheid. |
| <input checked="" type="checkbox"/> | NL1015995C | 2002-02-26 | 2000-08-23 | WERKWIJZE EN INRICHTING VOOR VAN FLUSDUMSTROMINGSSNELHE |
| 2 family members shown above | | | | |

Other Abstract Info:

[DERABS G2002-625638](#)



[Nominate this for the Gallery...](#)



(19)



Bureau voor de
Industriële Eigendom
Nederland

(11)

1015995

(12) C OCTROOI²⁰

(21)

Aanvraag om octrooi: 1015995

(51)

Int.Cl.⁷
G01F25/00, G01F3/16, G01F15/02

(22)

Ingediend: 23.08.2000

(41)

Ingeschreven:
26.02.2002

(73)

Octrooihouder(s):
NMI Van Swinden Laboratorium B.V. te Delft.

(47)

Dagtekening:
26.02.2002

(72)

Uitvinder(s):
Mijndert Pieter van der Beek te Dordrecht

(45)

Uitgegeven:
01.05.2002 I.E. 2002/05

(74)

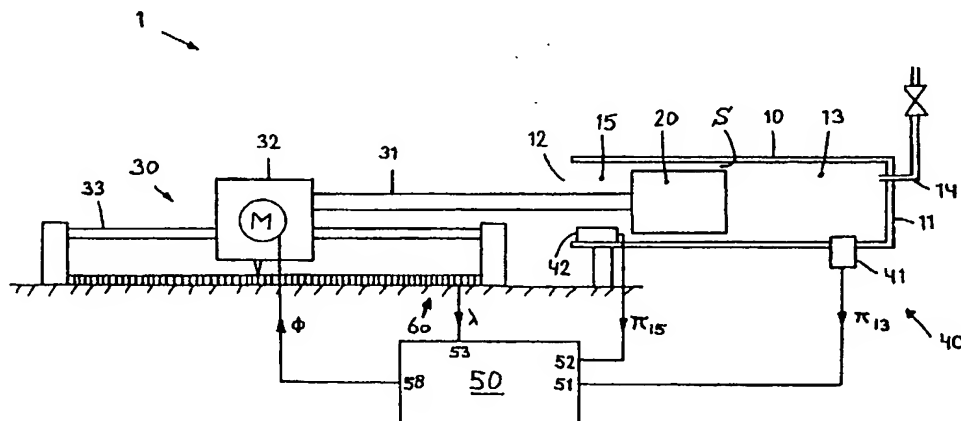
Gemachtigde:
Drs. F. Barendregt c.s. te 2280 GE Rijswijk.

(54)

Werkwijze en inrichting voor het meten van fluïdumstromingssnelheid.

(57)

Beschreven is een nauwkeurige meetinrichting (1) voor het meten van de gasstromingssnelheid van een stromend gas. De inrichting omvat een meetcilinder (10) en een daarbinnen opgestelde meetzuiger (20), die met speling is opgesteld binnen de meetcilinder (10). Aan een door de meetzuiger (20) afgesloten meetkamer (13) wordt een te onderzoeken gasstrooming toegevoerd. Met behulp van een aandrijfinrichting (30) wordt de meetzuiger (20) verplaatst, zodanig dat de drukval over de meetzuiger (20) althans gemiddeld in hoofdzaak gelijk is aan nul. Hierdoor wordt verzekerd, dat de meetzuiger in de meetcilinder kan worden verplaatst, zonder dat een lekstrooming langs de meetzuiger het meetresultaat kan beïnvloeden.



NL C 1015995

De inhoud van dit octrooi komt overeen met de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekeningen.

Titel: Werkwijze en inrichting voor het meten van fluïdum-
stromingssnelheid

De onderhavige uitvinding heeft in zijn algemeenheid betrekking op een werkwijze en meetinrichting voor het meten van een stromingssnelheid van een fluïdum, meer in het bijzonder een gas, uitgedrukt in volume per tijdseenheid of
5 massa per tijdseenheid. Meer in het bijzonder heeft de onderhavige uitvinding betrekking op een dergelijke meetinrichting die bruikbaar is ter calibratie of ijking van andere gasstroommeetapparatuur, en daartoe een bijzonder kleine onzekerheid heeft.

10 Hoewel de onderhavige uitvinding betrekking heeft op het meten van de stromingssnelheid van fluïda in het algemeen, heeft de onderhavige uitvinding in het bijzonder betrekking op het meten van de stromingssnelheid van gassen. Daarom zal de onderhavige uitvinding in het hiernavolgende speciaal voor dit
15 voorbeeld nader worden verduidelijkt. Dit mag echter niet worden uitgelegd als een beperking van de omvang van de uitvinding.

Het meten van de stromingssnelheid van een gas kan worden gebaseerd op diverse meetprincipes. Een veel toegepast
20 meetprincipe betreft het verplaatsen van een meetzuiger in een meetcilinder, waarbij de verplaatsingssnelheid van de meetzuiger representatief is voor de gasstromingssnelheid: een bepaalde verplaatsingsafstand van de meetzuiger binnen een bepaalde tijd correspondeert met een volumeverandering per
25 tijdseenheid. De onderhavige uitvinding betreft een meetmethode die op dit zuiger-meetprincipe is gebaseerd. Hoewel dit meetprincipe op zich bekend is, zal dit hieronder kort worden toegelicht.

Bij conventionele meetapparatuur van dit type kan de
30 meetcilinder verticaal zijn opgesteld, en is de ruimte binnen de meetcilinder onder de meetzuiger afgesloten; deze ruimte zal in het hiernavolgende worden aangeduid als "meetkamer". De ruimte binnen de meetcilinder boven de meetzuiger is open, dat

wil zeggen staat in vrije verbinding met de atmosfeer. De meetzuiger is in axiale richting vrij verplaatsbaar binnen de meetcilinder. Op de meetzuiger werken in principe vier krachten: een omlaag gerichte kracht veroorzaakt door de
 5 zwaartekracht (gewicht van de meetzuiger), een kracht veroorzaakt door de druk van het gas in de meetcilinder boven de meetzuiger, een kracht veroorzaakt door de gasdruk in de meetkamer onder de zuiger, en een wrijvingskracht. In evenwicht is de som van de krachten gelijk aan nul, en staat de
 10 meetzuiger stil. Indien de meetzuiger beweegt, is de wrijvingskracht tegengesteld gericht aan de bewegingsrichting.

De meetkamer heeft een afsluitbare ingang, via welke het gas kan worden toegevoerd. Als die ingang wordt geopend en er
 een extra portie gas wordt geïntroduceerd in de meetkamer,
 15 neemt de druk in de meetkamer toe, zodat de kracht op de zuiger ten gevolge van deze druk toeneemt. Er werkt dan een netto kracht op de meetzuiger, als gevolg waarvan de meetzuiger in de meetcilinder in axiale richting wordt verplaatst. Die verplaatsing is zodanig, dat het volume van de meetkamer
 20 toeneemt, waardoor de druk in de meetkamer afneemt totdat de som van de op de meetzuiger werkende krachten weer gelijk is aan nul. De volumevergroting van de meetkamer is dan gelijk aan het volume van de extra portie gas, gemeten bij de in de meetkamer heersende druk en temperatuur. Die volumevergroting
 25 kan worden bepaald door de door de meetzuiger afgelegde weg te meten, aangezien de oppervlakte van de dwarsdoorsnede van de meetcilinder als constante factor bekend is.

In plaats van eenmalig een extra portie gas te introduceren in de meetkamer kan ook een continue gasstroming
 30 worden toegevoerd naar de meetkamer. Bij een constante gasstromingssnelheid zal dan de meetzuiger met constante snelheid bewegen in de meetcilinder, waarbij de verplaatsings-snelheid van de meetzuiger, corresponderend met volume-verandering per tijdseenheid van de meetkamer, representatief
 35 is voor de gasstromingssnelheid van het aan de meetkamer toegevoerde gas, uitgedrukt in volume per tijdseenheid.

De verplaatsingssnelheid van de meetzuiger kan op verschillende manieren worden gemeten. Gebruikelijk is, dat langs de meetcilinder enkele detectoren zijn geplaatst, zoals

lichtsluizen, die detecteren wanneer de meetzuiger enkele voorafbepaalde meetposities passeert. Deze meetposities en bijgevolg hun onderlinge afstanden zijn nauwkeurig bekend, en de passeertijdstippen kunnen zeer nauwkeurig gemeten worden.

- 5 Uit deze gegevens kan nauwkeurig worden berekend wat de gemiddelde verplaatsingssnelheid is geweest waarmee de meetzuiger het meettraject of de verschillende meettrajecten tussen de detectoren heeft afgelegd.

- Voor het bereiken van een hoge meetnauwkeurigheid worden
 10 conventioneel aan de meetapparatuur enkele belangrijke, onderling schijnbaar tegengestelde eisen gesteld. In de eerste plaats dient de meetzuiger lek vrij te zijn opgesteld binnen de meetcilinder; het moge duidelijk zijn dat, indien er gas vanuit de meetkamer langs de meetzuiger weglekt, elke meting
 15 consequent een te lage stromingssnelheid zal opleveren, waarbij de afwijking groter is naarmate het lek groter is. Dit probleem wordt belangrijker naarmate de te meten gasstromingssnelheden lager zijn, omdat dan de procentuele meetfout groter is.

- In de tweede plaats dient de meetzuiger wrijvingsvrij te
 20 zijn opgesteld binnen de meetcilinder. Als er wrijving optreedt, zal met name door de niet-lineaire wrijvingskracht de verplaatsing van de meetzuiger onregelmatig gaan. Voorts betekent het optreden van wrijving, dat de meetzuiger pas in beweging komt als er een zekere wrijvingsdrempel overwonnen is.
 25 Na het overwinnen van de wrijvingsdrempel wordt de wrijvingskracht plotseling kleiner waardoor het zogenaamde slip-stick verschijnsel kan optreden. Dit heeft bovendien tot gevolg dat de druk onder de meetzuiger fluctueert, hetgeen op zijn beurt weer invloed heeft op de gasstroming. Voorts heeft wrijving tot
 30 gevolg, dat er lokaal gas wordt opgewarmd. Samenvattend veroorzaakt wrijving een verlaging van de meetnauwkeurigheid.

- Om aan de eerste eis te voldoen, is conventioneel de meetzuiger langs zijn omtrek, tussen de meetzuiger en de meetcilinder, voorzien van afdichtingsmiddelen. Het moge
 35 duidelijk zijn dat effectieve afdichtingsmiddelen zowel contact hebben met de meetzuiger als met de meetcilinder, waardoor er wrijving wordt veroorzaakt.

Er is daarom op dit gebied gezocht naar effectieve afdichtingsmiddelen die zo min mogelijk wrijving veroorzaken,

en men is hier inderdaad in geslaagd door de afdichtingsmiddelen te verschaffen in de vorm van een ring van vloeibaar kwik, aangebracht in een omtreks-groef van de meetzuiger.

5 Echter, het gebruik van kwik is steeds meer een bezwaar in verband met strenger wordende milieu-eisen.

Een belangrijk doel van de onderhavige uitvinding is derhalve het verschaffen van een nauwkeurige meetinrichting van het bovengenoemde type, geschikt voor het met hoge nauwkeurigheid meten van lage gasstromingssnelheden, waarbij het gebruik
10 van vloeibaar kwik achterwege kan blijven.

De onderhavige uitvinding is in belangrijke mate gebaseerd op het inzicht dat, om te voldoen aan het vereiste van lek-vrij-zijn, het niet nodig is dat er tussen de meetzuiger en de meetcilinder afdichtingsmiddelen aanwezig zijn die een
15 lekstroming langs de meetzuiger blokkeren, maar dat het optreden van een lekstroming langs de meetzuiger ook effectief wordt tegengestaan indien verzekerd wordt dat het drukverschil over de meetzuiger gelijk is aan nul.

De onderhavige uitvinding is voorts gebaseerd op het
20 verdere inzicht dat, voor het verrichten van een nauwkeurige meting, het niet essentieel is dat het drukverschil over de meetzuiger steeds exact gelijk is aan nul op elk willekeurig tijdstip gedurende de meting, maar dat het voldoende is als genoemd drukverschil gedurende de meting gemiddeld gelijk is
25 aan nul, althans in hoofdzaak. Aangetoond kan worden, dat voor kleine drukverschillen de lekstromingssnelheid rechtevenredig is met het drukverschil over de meetzuiger; daaruit volgt dat, als het drukverschil over de meetzuiger tijdens een bepaalde meting gemiddeld gelijk is aan nul, althans in hoofdzaak, ook
30 de lekstromingssnelheid gemiddeld gelijk is aan nul, althans in hoofdzaak.

De onderhavige uitvinding is voorts gebaseerd op het verdere inzicht dat, voor het verrichten van een meting, het niet essentieel is dat de meetzuiger wordt verplaatst onder
35 gebruikmaking van de druk in de meetkamer als stuwende kracht, maar dat het voldoende is als op enigerlei wijze wordt verzekerd dat de meetzuiger in de meetcilinder beweegt met een snelheid die correspondeert met de gasstromingssnelheid.

Gebaseerd op deze inzichten stelt de onderhavige uitvinding een meetinrichting van het bovengenoemde type voor, waarbij de meetzuiger door een externe kracht, aangebracht met behulp van een geschikte aandrijfinrichting, wordt bewogen in de meetcilinder. Eventuele wrijvingskrachten worden dan gecompenseerd door de aandrijfinrichting.

In een voorkeursuitvoeringsvorm van de uitvinding is de meetzuiger met speling opgesteld binnen de meetcilinder. Hierdoor zal er nauwelijks wrijving optreden tussen de meetzuiger en de meetcilinder.

De aandrijfinrichting staat onder besturing van een stuureenheid, die de aandrijfinrichting op een dusdanige manier aandrijft, dat het drukverschil over de meetzuiger gelijk is aan nul, althans gemiddeld in hoofdzaak gelijk is aan nul. Hierdoor wordt verzekerd, dat er geen netto lek optreedt langs de meetzuiger.

Bij conventionele meetapparatuur is een detector nodig voor elke locatie waar men de aankomst van de meetzuiger wil klokken. Alleen bij die locaties is de aankomsttijd nauwkeurig vast te stellen, zodat men een snelheidsberekening kan uitvoeren als gemiddelde snelheid over het afgelegde traject tussen twee opeenvolgende meetpunten. Er zijn echter geen gegevens bekend over de mate waarin de snelheid constant is geweest. Voorts is het niet, althans niet eenvoudig, mogelijk om de meting te verrichten op basis van andere meettrajecten. Daarenboven betekenen de detectoren een kostenpost.

Volgens de onderhavige uitvinding is het mogelijk, door gebruik te maken van een positieve aandrijfinrichting, op elk moment nauwkeurig de positie van de meetzuiger te kennen. Niet alleen is het dan mogelijk om de passage van meetpunten te klokken zonder de noodzakelijke aanwezigheid van detectoren, maar ook is het mogelijk om in real time exact de verplaatsingssnelheid te meten, en derhalve ook fluctuaties in de verplaatsingssnelheid te meten.

Deze en andere aspecten, kenmerken en voordelen van de onderhavige uitvinding zullen nader worden verduidelijkt door de hiernavolgende beschrijving van een voorkeursuitvoeringsvorm van een meetinrichting volgens de uitvinding onder verwijzing

naar de tekening, waarin gelijke verwijzingscijfers gelijke of vergelijkbare onderdelen aanduiden, en waarin:

figuur 1 schematisch een uitvoeringsvorm toont van een meetinrichting volgens de onderhavige uitvinding;

- 5 figuur 2 een blokschema toont van de aandrijving van de meetinrichting van figuur 1.

10 Figuur 1 toont schematisch een uitvoeringsvorm van een meetinrichting 1 volgens de onderhavige uitvinding. De inrichting 1 omvat een meetcilinder 10, die bij een eerste uiteinde 11 is afgesloten, en bij zijn tegenoverliggende uiteinde 12 open is en aldus in vrije verbinding staat met de atmosfeer. De meetcilinder 10 kan verticaal georiënteerd zijn, maar bij voorkeur is de meetcilinder 10 horizontaal
15 georiënteerd, zoals getoond. De horizontale richting van de hartlijn van de meetcilinder 10 zal in het hiernavolgende ook worden aangeduid als X-richting. In de meetcilinder 10 is een meetzuiger 20 opgesteld, waarvan de omtrekscontour correspondeert met die van de meetcilinder 10; hoewel de vorm van de
20 omtrekscontour op zich niet kritisch is, hebben de meetcilinder 10 en de meetzuiger 20 bij voorkeur een cirkelvormige omtrekscontour. De ruimte binnen de meetcilinder 10 die is begrensd door het afgesloten eerste uiteinde 11 daarvan en door de meetzuiger 20, wordt aangeduid als meetkamer 13. De meet-
25 kamer 13 is voorzien van een afsluitbare gasinlaat 14, voor het in de meetkamer 13 introduceren van een te onderzoeken gasstroom. De gasinlaat 14 kan zijn aangebracht in de cilindrische zijwand van de meetcilinder 10, maar is bij voorkeur en zoals geïllustreerd aangebracht in een eindwand van de meetcilinder.

30 In de geschetste voorkeursuitvoeringsvorm is, volgens een belangrijk aspect van de onderhavige uitvinding, de meetzuiger 20 met speling opgesteld in de meetcilinder 10, dat wil zeggen dat er zich tussen het binnenoppervlak van de meetcilinder 10 en het cilindrische buitenoppervlak van de meetzuiger 20 een
35 spleet S bevindt over de volledige omtrek van de meetzuiger 20.

Dank zij deze spleet S is er geen of slechts plaatselijk contact tussen de meetzuiger 20 en de meetcilinder 10, zodat er nauwelijks of geen wrijving optreedt tussen de meetzuiger 20 en de meetcilinder 10. De breedte van de spleet S is in dit

opzicht niet belangrijk. Anderzijds is de spleetbreedte liefst zo klein mogelijk, omdat een grotere spleetbreedte correspondeert met een grotere lekstroming langs de meetzuiger 20, zoals later uitgebreider zal worden uitgelegd.

5 Hoewel niet essentieel voor een goed functionerende meetinrichting binnen het kader van de onderhavige uitvinding, is de meetzuiger 20 bij voorkeur exact coaxiaal opgesteld binnen de meetcilinder 10, zodat de spleet S over de volledige omtrek van de meetzuiger 20 steeds dezelfde breedte heeft. Bij een
10 niet-coaxiale uitlijning heeft de spleet S een gedeelte met relatief grote breedte, waarlangs een grotere lekstroming mogelijk is, en een daartegenover gelegen gedeelte met relatief kleine breedte, hetgeen het risico verhoogt dat daar contact optreedt tussen de meetzuiger 20 en de meetcilinder 10 bij
15 eventuele radiale trillingen van de meetzuiger 20 en/of de meetcilinder 10.

Bij voorkeur is de spleetbreedte kleiner dan 0,1 mm, hoewel de spleetbreedte in de orde van 0,1 mm mag zijn.

De meetzuiger 20 is axiaal verplaatsbaar binnen de meetcilinder 10, en is verbonden met een bestuurbare aandrijfinrichting 30 die een axiale verplaatsing van de meetzuiger 20 op een gecontroleerde manier bewerkstelligt. Die aandrijfinrichting 30 omvat een actuatorstang 31, waarvan een eerste uiteinde bevestigd is aan de meetzuiger 20. Die bevestiging is
25 zodanig, dat de meetzuiger 20 in axiale richting (X) star is gekoppeld met de actuatorstang 31. Hoewel het mogelijk is dat de opstelling van de meetzuiger 20 in radiale richting (YZ) zo star mogelijk is, is de bevestiging van de meetzuiger 20 aan de actuatorstang bij voorkeur zodanig, dat de meetzuiger 20 in
30 radiale richting (YZ) een bewegingsvrijheid heeft ten opzichte van de actuatorstang 31 teneinde uitlijningsfouten te kunnen compenseren. Dat de meetzuiger 20 dan de wand van de meetcilinder 10 lokaal kan raken, leidt niet tot problemen.

De actuatorstang 31 is bij zijn andere uiteinde star
35 bevestigd aan een houder 32, welke houder 32 verplaatsbaar is langs één of meerdere geleiders 33, die evenwijdig zijn gericht aan de hartlijn van de meetcilinder 10. De aandrijfinrichting 30 omvat voorts een motor M die met de houder 32 is gekoppeld om deze te verplaatsen langs de geleiders 33. Zoals ook

weergegeven in figuur 2, wordt die motor M aangedreven door een stuurinrichting 50.

De motor M van de aandrijfinrichting 30 kan in principe een willekeurig geschikte motor zijn. In verband met de
 5 gewenste nauwkeurigheid van de meetinrichting worden hoge eisen gesteld aan de nauwkeurigheid van de toegepaste motor. Een stappenmotor heeft weliswaar een hoge nauwkeurigheid in elke stappositie, maar het feit dat een stappenmotor alleen maar met discrete stappen kan worden verplaatst, is nadelig. Wanneer de
 10 motor een rotatie-motor is, zijn overbrengingsmiddelen nodig zoals een spindelmechanisme voor het omzetten van de rotatiebeweging van de motor naar de lineaire beweging van de houder 32. Bij voorkeur wordt daarom gebruik gemaakt van een lineaire motor, waar de genoemde nadelen afwezig zijn.

Lineaire motoren zijn op zich bekend, en in de meet-
 inrichting volgens de onderhavige uitvinding kan gebruik worden gemaakt van een standaard in de handel verkrijgbare lineaire motor. Het is daarom niet nodig om hier de werking van een lineaire motor uit te leggen. Volstaan wordt met op te merken
 20 dat, in een bepaalde geschikt gebleken uitvoeringsvorm, de lineaire motor een lineaire stator met permanente magneten omvat, alsmede een beweegbaar onderdeel, te vergelijken met de rotor van een rotatiemotor, dat drie elektrische spoelen omvat. De motor M is voorzien van een bijbehorende driver D, die de
 25 juiste spoelen aandrijft met de juiste stroom, op basis van sinusoidale commutatie. De driver D heeft een stuursignaal-ingang voor het ontvangen van een stuursignaal ϕ , en drijft de spoelen op een dusdanige manier aan, dat de door het beweegbare onderdeel van de motor M geleverde kracht rechtevenredig is met
 30 het ontvangen stuursignaal ϕ .

Wanneer een te onderzoeken gasstroom, die bijvoorbeeld afkomstig kan zijn van een te kalibreren gasstroommeter, via de gasinlaat 14 wordt geïntroduceerd in de meetkamer 13, stijgt de
 35 druk binnen de meetkamer 13, terwijl de druk in de meetcilinder 10 aan de tegenoverliggende zijde van de meetzuiger 20, dat wil zeggen in het tegenover de meetkamer 13 gelegen gedeelte 15 van het inwendige van de meetcilinder 10, constant blijft, namelijk gelijk blijft aan de omgevingsdruk. Er zal dan een drukverschil

AP over de meetzuiger 20 heersen, welk drukverschil kan worden geschreven als $\Delta P = P_{13} - P_{15}$, waarbij P_{13} de druk in de meetkamer 13 is, en waarbij P_{15} de druk is in genoemd tegenover de meetkamer 13 gelegen gedeelte 15 van het inwendige van de meetcylinder 10, in het hiernavolgende ook aangeduid met de term "tegendruk".

Als gevolg van dit drukverschil ΔP kan er door de spleet S een lekstroom optreden, dat wil zeggen dat er dan gas langs de meetzuiger 20 ontsnapt uit de meetkamer 13. De grootte van die lekstroom is rechtevenredig met het drukverschil ΔP , en is voorts onder meer afhankelijk van de spleetbreedte en van de lengte van de meetzuiger 20: hoe kleiner de spleetbreedte en hoe langer de spleet in axiale richting, des te kleiner is de lekstroom. Bij voorkeur worden de afmetingen van de spleet zodanig gekozen, dat de lekstroom bij het maximaal toegelaten drukverschil niet groter is dan 0,02% van de te meten gasstroming.

De stuurinrichting 50 is bij voorkeur ingericht voor het genereren van een stuursignaal ϕ voor de aandrijfinrichting 30, meer in het bijzonder voor de driver D van de lineaire motor M, op een dusdanige manier, dat de resulterende verplaatsing van de meetzuiger 20 zodanig plaatsvindt, dat het drukverschil ΔP over de meetzuiger 20 in hoofdzaak nul is of tenminste binnen voorafbepaalde grenzen blijft. Als er geen drukverschil over de meetzuiger 20 is, is er ook geen lekstroom.

De inrichting 1 omvat daartoe drukmeetmiddelen 40 die zijn ingericht om aan de stuurinrichting 50 informatie te verschaffen omtrent het drukverschil ΔP over de meetzuiger 20. Die drukmeetmiddelen 40 omvatten in de in figuur 1 weergegeven uitvoeringsvorm een in de meetkamer 13 opgestelde eerste druksensor 41, die met een eerste signaalingang 51 van de stuurinrichting 50 is gekoppeld, en die een eerste drukmeetsignaal π_{13} opwekt dat representatief is voor de in de meetkamer 13 heersende druk P_{13} .

De eerste druksensor 41 kan zijn bevestigd aan de meetcylinder 10, en is dan bij voorkeur opgesteld nabij het eerste uiteinde 11 daarvan. Een signaalleiding vanaf de eerste druksensor 41 naar de eerste signaalingang 51 van de stuurinrichting 50 kan op willekeurig geschikte en op zich bekende

wijze, gasdicht door de wand van de meetcilinder 10 naar buiten zijn geleid. De eerste druksensor 41 kan als alternatief ook zijn bevestigd aan het naar de meetkamer 13 gerichte oppervlak van de meetzuiger 20, in welk geval een signaalleiding vanaf de druksensor 41 naar de stuurinrichting 50 door de meetzuiger 20 en langs de actuatorstang 31 naar buiten kan zijn geleid.

Deze ene druksensor 41 die de druk P_{13} in de meetkamer 13 meet, volstaat voor het uitvoeren van de meting volgens de onderhavige uitvinding, op basis van de aanname dat de tegendruk P_{15} gelijk is aan de omgevingsdruk buiten de meetcilinder 10, en dat de omgevingsdruk constant is tijdens de meting. Het nul zijn van het drukverschil ΔP over de meetzuiger 20 is dan namelijk equivalent met het constant houden van de druk P_{13} binnen de meetkamer 13 op een waarde gelijk aan de omgevingsdruk. Desgewenst kan de inrichting 1 zijn voorzien van middelen die de tegendruk P_{15} constant houden op een waarde die afwijkt van de atmosferische druk. In beide gevallen kan de stuurinrichting 50 dan zijn ingericht om het bij zijn eerste signaalingang 51 ontvangen, van de ene druksensor 41 afkomstige meetsignaal π_{13} in hoofdzaak constant te houden. Het is ook mogelijk dat de inrichting is voorzien van een tweede druksensor 42 die de tegendruk P_{15} meet, bij voorkeur bij een locatie zo dicht mogelijk bij de meetzuiger 20. Een dergelijke tweede druksensor 42 kan dan ook op de binnenwand van de meetcilinder 10 zijn gemonteerd, zoals geïllustreerd, of op de meetzuiger 20, aan de van de meetkamer 13 af gekeerde zijde daarvan. Deze tweede druksensor 42 genereert dan een tweede drukmeetsignaal π_{15} dat representatief is voor de tegendruk P_{15} , en is dan gekoppeld met een tweede signaalingang 52 van de stuurinrichting 50. Door de bij zijn twee signaalingangen 51, 52 ontvangen meetsignalen π_{13} , π_{15} met elkaar te vergelijken, beschikt de stuurinrichting 50 over een signaal dat direct representatief is voor het drukverschil ΔP over de meetzuiger 20.

De stuurinrichting 50 kan zijn ingericht als een enkelvoudige, open regellus, waarbij de stuurinrichting 50 bij zijn eerste signaalingang 51 het eerste drukmeetsignaal π_{13} ontvangt, en eventueel bij zijn tweede signaalingang 52 het

tweede drukmeetsignaal π_{15} ontvangt, en aldus beschikt over een ingangssignaal dat correspondeert met het drukverschil ΔP over de meetzuiger 20, en waarbij de stuurinrichting 50, op basis van het gemeten drukverschil ΔP over de meetzuiger 20, bij een
 5 stuuruitgang 58 een stuursignaal ϕ genereert voor de aandrijf-inrichting 30.

Een rustiger en daardoor nauwkeuriger verloop van de meting wordt echter bereikt als de stuurinrichting 50 is ingericht als tweevoudige regellus, waarbij de stuurinrichting
 10 50 twee in serie met elkaar gekoppelde regelaars 56, 57 omvat, zoals getoond in het blokschema van figuur 2. Een eerste regelaar 56 ontvangt bij zijn eerste signaalingang 51 het eerste drukmeetsignaal π_{13} , en ontvangt eventueel bij zijn tweede signaalingang 52 het tweede drukmeetsignaal π_{15} , en
 15 beschikt aldus over een ingangssignaal dat correspondeert met het drukverschil ΔP over de meetzuiger 20. Op basis van het gemeten drukverschil ΔP over de meetzuiger 20 genereert de eerste regelaar 56 bij een eerste stuuruitgang 54 een stuursignaal ψ voor de tweede regelaar 57. De tweede regelaar
 20 57 is, afgestemd op de karakteristieken van de aandrijf-inrichting 30, ingericht om bij zijn stuuruitgang 58 een stuursignaal ϕ voor de aandrijfinrichting 30 op een dusdanige manier te genereren, dat de houder 32 met constante snelheid wordt verplaatst, waarbij de grootte van die constante snelheid
 25 afhangt van het door de tweede regelaar 57 bij een stuuringang 55 daarvan ontvangen stuursignaal ψ . Aldus kan de karakteristiek van de eerste regelaar 56 zijn ontworpen om te passen bij de reactie-karakteristiek van de druk in de meetkamer 13, waarbij in het algemeen een relatief grote tijdconstante een
 30 rol speelt, terwijl de karakteristiek van de tweede regelaar 57 kan zijn ontworpen om te passen bij de aandrijf-karakteristiek van de aandrijfinrichting 30, waarbij in het algemeen een relatief kleine tijdconstante een rol speelt.

Om in staat te zijn de houder 32 van de aandrijfinrichting
 35 30 met constante snelheid te verplaatsen, is de inrichting 1 bij voorkeur voorzien van met de houder 32 geassocieerde middelen 60 die aan een terugkoppelingang 53 van de tweede regelaar 57 een terugkoppelsignaal λ verschaffen dat representatief is voor de verplaatsingssnelheid van de houder

32. Die middelen 60 kunnen zijn ingericht om rechtstreeks de snelheid van de houder 32 te meten, bij voorbeeld op basis van het Doppler-principe. Bij voorkeur echter zijn de middelen 60 ingericht om met hoge resolutie continu de positie van de houder 32 te meten, zodat het terugkoppelsignaal λ een positie-sig-
 5 naal is. Om daaruit een signaal te kunnen herleiden dat representatief is voor een snelheid, is de tweede regelaar 57 bij voorkeur voorzien van of verbonden met een tijdsignaal-generator of klok 59, die een tijdsignaal τ genereert.

10 Een voorbeeld van geschikte positie-meetmiddelen is een optische lineaal; aangezien een optische lineaal een op zich bekend meetinstrument is, zal de werking daarvan hier niet nader worden uitgelegd.

15 Bij een conventionele meetmethode zijn er minstens twee positiedetectoren nodig om één meting te kunnen verrichten: een eerste positiedetector fungeert als start-detector om een klok te starten, en de andere detector fungeert als stop-detector om die klok te stoppen; de afgelegde afstand is bekend, en de
 20 gemiddelde snelheid van de meetzuiger over dit ene meettraject wordt uitgerekend als de bekende afstand gedeeld door de geklokte tijd. Indien er meerdere metingen gewenst zijn over meerdere meettrajecten, dan zijn er meerdere positiedetectoren nodig. Een bijkomend voordeel van het gebruik van continue
 25 positie-meetmiddelen zoals een optische lineaal is, dat nu op elk willekeurig moment exact --althans met grote nauwkeurigheid, welke nauwkeurigheid vergelijkbaar is met de nauwkeurigheid van conventioneel gebruikte positiedetectoren zoals een optische lichtsluis-- bekend is waar de houder 32
 30 zich bevindt, en dus wat de afgelegde weg van de meetzuiger 20 is. Dit betekent dat het tijdens het verplaatsen van de meetzuiger 20 op relatief eenvoudige wijze mogelijk is om meerdere metingen te doen.

35 De stuurinrichting 50 kan daartoe zijn ingericht om op meerdere voorafbepaalde tijdstippen, gerekend vanaf een bepaald startmoment, de afgelegde weg van de meetzuiger 20 te bepalen en, in combinatie met de bijbehorende verstreken tijd, de gemiddelde snelheid uit te rekenen en te verschaffen als een meetwaarde. Als alternatief kan de stuurinrichting 50 zijn

ingericht om bij meerdere voorafbepaalde posities van de meetzuiger 20 de verstreken tijd te bepalen en, in combinatie met de bijbehorende afgelegde weg, de gemiddelde snelheid uit te rekenen en te verschaffen als een meetwaarde.

5

In het voorgaande is er van uitgegaan, dat de drukval over de meetzuiger 20 in hoofdzaak gelijk wordt gehouden aan nul. De mate waarin dat lukt, is echter afhankelijk van diverse factoren, zoals de nauwkeurigheid van de gebruikte componenten, de reactiesnelheden van de regelcircuits, etc. Het kan daarom in de praktijk voorkomen dat de drukval over de zuiger fluctueert rond nul. Echter, in het algemeen zullen dergelijke fluctuaties uitmiddelen, en naarmate de meting langer duurt, zullen dergelijke fluctuaties minder invloed hebben op het uiteindelijke meetresultaat.

De uitvinding voorziet in een voorkeurs-meetmethode die de invloed van dergelijke fluctuaties verder reduceert. Volgens deze voorkeurs-meetmethode wordt de drukval ΔP over de meetzuiger 20 gemeten, en wordt een meting gestart op een tijdstip t_1 wanneer de drukval ΔP gelijk is aan nul. De positie van de meetzuiger 20 op dat starttijdstip t_1 wordt aangeduid als $x(t_1)$, en is bekend uit het positiemeetsignaal λ van de optische lineaal 60; deze waarde wordt onthouden, bijvoorbeeld door de waarde $x(t_1)$ op te slaan in een met de stuurinrichting 50 geassocieerd geheugen, dat ter wille van de eenvoud niet is weergegeven. Op dat moment wordt een integrator 70 gestart, die van de stuurinrichting 50, meer in het bijzonder de eerste regelaar 56, een signaal ontvangt dat representatief is voor de gemeten drukval ΔP over de meetzuiger 20, en die uit dat ontvangen signaal een signaal $\Sigma(tx)$ genereert dat, op elk tijdstip tx , de tijdintegraal is van de drukval ΔP , beginnend vanaf starttijdstip t_1 , volgens de formule

$$\Sigma(tx) = \int_{t_1}^{tx} \Delta P(t) dt$$

De integrator 70 kan een onderdeel zijn van de stuurinrichting 50, of een afzonderlijke component.

De integrator 70 genereert een signaal voor de stuurinrichting 50 steeds wanneer het signaal $\Sigma(tx)$ gelijk is aan

nul, of kleiner is dan een vooraf ingestelde ondergrens. Als alternatief zendt de integrator 70 het signaal $\Sigma(tx)$ naar de stuurinrichting 50, en bepaalt de stuurinrichting 50 wanneer dat signaal $\Sigma(tx)$ gelijk is aan nul, of kleiner is dan de
 5 vooraf ingestelde ondergrens. Op dergelijke momenten tx waarvoor geldt dat het signaal $\Sigma(tx)$ gelijk is aan nul, zullen de lekstromen als gevolg door overdruk (lekstroom de meetkamer uit) en de lekstromen als gevolg van onderdruk (lekstroom de meetkamer in) elkaar precies gecompenseerd hebben, en zal de
 10 situatie identiek zijn aan de situatie wanneer de lekstroom al de tijd exact gelijk was geweest aan nul. Volgens de voorkeursmeetmethode volgens de onderhavige uitvinding wordt derhalve op één of meer van dergelijke momenten tx de afgelegde weg van de meetzuiger 20 alsmede de bijbehorende verstreken tijd bepaald,
 15 en wordt daaruit de gemiddelde snelheid uitgerekend en verschaft als een meetwaarde.

In plaats van het criterium dat de tijd-integraal kleiner is dan een vooraf ingestelde ondergrens, kan als meet-criterium worden gebruikt dat de tijd-integraal van teken verandert.

20

Aldus verschaft de onderhavige uitvinding een nauwkeurige meetinrichting 1 voor het meten van de gasstromingssnelheid van een met lage snelheid stromend gas. De inrichting omvat een meetcilinder 10 en een daarbinnen opgestelde meetzuiger 20, die
 25 met speling is opgesteld binnen de meetzuiger 10. Aan een door de meetzuiger 20 afgesloten meetkamer 13 wordt een te onderzoeken gasstroming toegevoerd. Met behulp van een aandrijfinrichting 30 wordt de meetzuiger 20 verplaatst, zodanig dat de drukval over de meetzuiger 20 althans gemiddeld
 30 in hoofdzaak gelijk is aan nul. Hierdoor wordt verzekerd, dat de meetzuiger 20 kan worden verplaatst in de meetcilinder 10, zonder dat een lekstroming langs de meetzuiger 20 het meetresultaat beïnvloedt.

Met een dergelijke inrichting is het bijvoorbeeld mogelijk
 35 in stationaire gasstromingen te meten.

Het zal voor een deskundige duidelijk zijn dat de omvang van de onderhavige uitvinding niet is beperkt tot de in het voorgaande besproken voorbeelden, maar dat diverse wijzigingen

en modificaties daarvan mogelijk zijn zonder af te wijken van de omvang van de uitvinding zoals gedefinieerd in de aangehechte conclusies. Zo is het bijvoorbeeld mogelijk dat de stuurinrichting 50 is uitgevoerd in hardware, maar het is ook
5 mogelijk dat de stuurinrichting 50 is uitgevoerd als een geschikt geprogrammeerde controller of processor, bijvoorbeeld een PC.

Voorts is het mogelijk dat, in plaats van een enkele druksensor 41 die de druk in de meetkamer 13 meet, respectieve-
10 lijk twee druksensoren 41, 42 die de druk meten aan weerszijden van de meetzuiger 20, gebruik wordt gemaakt van een drukverschilsensor die rechtstreeks de drukval over de meetzuiger 20 meet.

Voorts is het mogelijk dat de meetcilinder 10 aan beide
15 uiteinden is afgesloten, zodat aldus de meetzuiger 20 een tweede kamer 15 defineert naast de meetkamer 13. Bij het uitvoeren van een meetcyclus verplaatst de meetzuiger 20 zich dan in de richting van die tweede kamer 15, zodat het volume van die tweede kamer 15 wordt verkleind. Als die tweede kamer
20 15 is voorzien van een uitlaataansluiting, kan het uit de tweede kamer 15 verdrongen gas worden opgevangen en verder geleid, bij voorbeeld naar verdere gasstromings-meetapparatuur, zodat het mogelijk is meerdere metingen in serie te verrichten aan dezelfde gasstroming, dank zij het feit dat er over de
25 meetzuiger 20 geen drukval optreedt.

Ook is het mogelijk de uitgang van een te onderzoeken doorstroommeter aan te sluiten op de ingang van de meetcilinder volgens de onderhavige uitvinding.

In het voorgaande zijn de voordelen van de uitvinding
30 uitgelegd aan de hand van een voorkeursvoorbeeld waarbij de meetzuiger met speling is opgesteld binnen de meetcilinder. Opgemerkt wordt echter, dat het binnen het kader van de uitvinding ook mogelijk is dat er een afdichting is aangebracht tussen de meetzuiger en de wand van de meetcilinder. De
35 actuator is sterk genoeg om eventuele door de afdichting veroorzaakte wrijvingskrachten te overwinnen. Weliswaar is het nu niet meer nodig om het drukverschil over de meetzuiger nul te houden met als doel het tegengaan van lekstroming; echter, doordat volgens de uitvinding het drukverschil over de

meetzuiger gelijk wordt gehouden aan nul, wordt verzekerd dat eventuele onregelmatigheden van de in de cylinder stromende gasstroming worden opgevangen, zodat verzekerd wordt, dat de gasstromingssnelheid met zeer kleine onzekerheid wordt gemeten.

17
CONCLUSIES

1. Werkwijze voor het meten van fluïdum-stromingssnelheid, omvattende de stappen van:
het toevoeren van een te onderzoeken fluïdumstroom naar een meetkamer (13) in een meetcilinder (10), welke meetkamer (13)
5 aan één zijde is begrensd door een in de meetcilinder (10) opgestelde, axiaal verplaatsbare meetzuiger (20);
het door middel van een aandrijfinrichting (30) verplaatsen van de meetzuiger (20) in de meetcilinder (10), waarbij het drukverschil (ΔP) over de meetzuiger (20) respectievelijk de
10 druk (P_{13}) in de meetkamer (13) wordt bewaakt;
en het berekenen van de fluïdum-stromingssnelheid op basis van de gemiddelde verplaatsingssnelheid van de meetzuiger (20).
2. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij de meetzuiger (20)
15 op een dusdanige manier wordt verplaatst in de meetcilinder (10), dat het drukverschil (ΔP) over de meetzuiger (20) in hoofdzaak steeds gelijk blijft aan nul, althans gemiddeld in hoofdzaak gelijk is aan nul, respectievelijk dat de druk (P_{13}) in de meetkamer (13) in hoofdzaak steeds constant wordt
20 gehouden, althans gemiddeld in hoofdzaak constant wordt gehouden.
3. Werkwijze volgens conclusie 1 of 2, waarbij de gemiddelde verplaatsingssnelheid van de meetzuiger (20) wordt berekend
25 door meting van de tijd die de meetzuiger (20) nodig heeft om een voorafbepaalde afstand tussen twee voorafbepaalde meetposities te overbruggen.
4. Werkwijze volgens conclusie 3, waarbij genoemde vooraf-
30 bepaalde afstand wordt gedefinieerd door ten minste twee langs de meetcilinder (10) opgestelde detectoren die zijn ingericht om een meetsignaal te genereren dat indicatief is voor het passeren van de meetzuiger (20).
- 35 5. Werkwijze volgens conclusie 1 of 2, waarbij met behulp van een continue meetinrichting, zoals bijvoorbeeld een optische

lineaal (60) of dergelijke, de afgelegde weg van de meetzuiger (20) met hoge resolutie wordt gemeten op bepaalde tijdstippen, en waarbij de gemiddelde verplaatsingssnelheid van de meetzuiger (20) wordt berekend op basis van de aldus gemeten afgelegde weg en het corresponderende tijdverschil.

6. Werkwijze volgens een willekeurige der voorgaande conclusies, waarbij de aandrijfinrichting (30) wordt bestuurd met een stuurinrichting (50) die bij ten minste één stuursignaalingang (51, 52) een drukmeetsignaal (π_{13} , π_{15}) ontvangt dat representatief is voor het drukverschil (ΔP) over de meetzuiger (20), en die bij een stuursignaaluitgang (58) een stuursignaal (ϕ) voor de aandrijfinrichting (30) verschaft, op een dusdanige manier, dat het drukverschil (ΔP) over de meetzuiger (20) in hoofdzaak constant wordt gehouden, althans gemiddeld.

7. Werkwijze volgens een willekeurige der voorgaande conclusies, waarbij de aandrijfinrichting (30) wordt bestuurd door een regelaar (57) die bij een terugkoppelingang (53) een terugkoppelsignaal (λ) ontvangt dat representatief is voor de door de meetzuiger (20) afgelegde weg, en die bij een stuursignaaluitgang (58) een stuursignaal (ϕ) voor de aandrijfinrichting (30) verschaft, op een dusdanige manier, dat de verplaatsingssnelheid van de meetzuiger (20) in hoofdzaak constant wordt gehouden op een waarde die wordt bepaald op basis van een bij een sturingang (55) ontvangen stuursignaal (ψ).

8. Werkwijze volgens conclusie 7, waarbij de stuurinrichting (50) een verdere regelaar (56) omvat die bij ten minste één stuursignaalingang (51, 52) een drukmeetsignaal (π_{13} , π_{15}) ontvangt dat representatief is voor het drukverschil (ΔP) over de meetzuiger (20), en die bij een stuursignaaluitgang (54) een stuursignaal (ψ) voor de eerder genoemde regelaar (57) verschaft, op een dusdanige manier, dat het drukverschil (ΔP) over de meetzuiger (20) in hoofdzaak constant wordt gehouden, althans gemiddeld.

9. Werkwijze volgens een willekeurige der voorgaande conclusies, waarbij het drukverschil (ΔP) over de meetzuiger (20) wordt gemeten en geïntegreerd (Σ), en waarbij een meetwaarde wordt gegenereerd wanneer het geïntegreerd drukverschil (Σ) gelijk is aan nul.
10. Werkwijze volgens conclusie 9, waarbij een meting wordt gestart op een eerste tijdstip (t_1) wanneer de drukval (ΔP) over de meetzuiger (20) gelijk is aan nul of kleiner is dan een vooraf ingestelde eerste ondergrens; waarbij de tijd-integraal $\Sigma(tx)$ van de drukval (ΔP) over de meetzuiger (20) wordt bepaald voor volgende tijdstippen (tx); het bepalen van de lengte van de weg die de meetzuiger (20) heeft afgelegd op een tweede tijdstip (t_2) wanneer de tijd-integraal $\Sigma(t_2)$ gelijk is aan nul, of kleiner is dan een vooraf ingestelde tweede ondergrens, of van teken verandert; het bepalen van de gemiddelde snelheid van de meetzuiger (20) als genoemde weglengte gedeeld door de bijbehorende tijdsduur ($t_2 - t_1$).
11. Werkwijze volgens een willekeurige der voorgaande conclusies, waarbij de meetzuiger (20) met speling in de meetcilinder (10) is opgesteld.
12. Werkwijze volgens een willekeurige der voorgaande conclusies, waarbij de aandrijfinrichting (30) een lineaire motor (M) omvat.
13. Inrichting voor het meten van fluïdum-stromingssnelheid, omvattende:
 een meetcilinder (10);
 een in de meetcilinder (10) opgestelde, axiaal verplaatsbare meetzuiger (20), die een meetkamer (13) in de meetcilinder (10) definieert;
 afsluitbare inlaatmiddelen (14) voor het toevoeren van het te onderzoeken fluïdum aan de meetkamer (13);
 drukmeetmiddelen (40) die zijn ingericht voor het genereren van ten minste één drukmeetsignaal (π_{13} ; π_{15}) dat representatief is voor de drukval (ΔP) over de meetzuiger (20);

bestuurbare aandrijfmiddelen (30) die met de meetzuiger (20) zijn gekoppeld om de axiale positie van de meetzuiger (20) te variëren;

5 een stuurinrichting (50) met ten minste één signaalingang (51, 52) die gekoppeld is met de drukmeetmiddelen (40) om het ten minste ene drukmeetsignaal te ontvangen, en met een stuur-
uitgang (58) die gekoppeld is met een stuuringang van genoemde aandrijfmiddelen (30);
10 waarbij de stuurinrichting (50) is ingericht om genoemde aandrijfmiddelen (30) aan te sturen op basis van het bij zijn ten minste ene signaalingang (51, 52) ontvangen drukmeetsignaal (π_{13} ; π_{15}).

14. Inrichting volgens conclusie 13, waarbij de meetzuiger
15 (20) met speling coaxiaal binnen de meetcilinder (10) is opgesteld.

15. Inrichting volgens conclusie 13 of 14, waarbij een spleet (S) tussen de meetzuiger (20) en de meetcilinder (10) een
20 breedte heeft in de orde van 0,1 mm of minder.

16. Inrichting volgens een willekeurige der conclusies 13-15, waarbij de afmetingen van een spleet (S) tussen de meetzuiger (20) en de meetcilinder (10) zodanig gekozen is, dat de
25 lekstroom bij het maximaal toegelaten drukverschil niet groter is dan 0,02% van de te meten gasstroming.

17. Inrichting volgens een willekeurige der conclusies 13-16, voorzien van middelen om het tegenover de meetkamer gelegen
30 gedeelte (15) van de meetcilinder (10) in vrije verbinding met de omgeving te stellen.

18. Inrichting volgens een willekeurige der conclusies 13-17, waarbij genoemde drukmeetmiddelen (40) een eerste druksensor
35 (41) omvatten, die binnen de meetkamer (13) is opgesteld en is ingericht voor het genereren van een eerste drukmeetsignaal (π_{13}) dat representatief is voor een door de eerste druksensor (41) gemeten eerste fluïdumdruk (P_{13}) binnen de meetkamer (13).

19. Inrichting volgens conclusie 18, waarbij genoemde eerste druksensor (41) binnen de meetkamer (13) is opgesteld nabij het tegenover de meetzuiger (20) gelegen uiteinde (11) van de meetkamer (13).

5

20. Inrichting volgens conclusie 18, waarbij genoemde eerste druksensor (41) is aangebracht aan de meetzuiger (20).

21. Inrichting volgens een willekeurige der conclusies 18-20, waarbij genoemde drukmeetmiddelen (40) voorts een tweede druksensor (42) omvatten die is opgesteld in het tegenover de meetkamer (13) gelegen gedeelte (15) van de meetcilinder (10), en is ingericht voor het genereren van een tweede drukmeet-sig-naal (π_{15}) dat representatief is voor een door de tweede druksensor (42) gemeten tweede fluïdumdruk (P_{15}) binnen genoemd gedeelte (15) van de meetcilinder (10).

20

22. Inrichting volgens conclusie 21, waarbij genoemde tweede druksensor (42) is aangebracht aan de meetzuiger (20).

23. Inrichting volgens een willekeurige der conclusies 13-22, waarbij de aandrijfmiddelen (30) een lineaire motor (M) omvatten.

24. Inrichting volgens een willekeurige der conclusies 13-23, waarbij de stuurinrichting (50) is ingericht om genoemde aandrijfmiddelen (30) zodanig aan te sturen, dat de drukval (ΔP) over de meetzuiger (20) in hoofdzaak gelijk is aan nul, althans gemiddeld.

30

25. Inrichting volgens een willekeurige der conclusies 13-24, waarbij de stuurinrichting (50) is ingericht om genoemde aandrijfmiddelen (30) zodanig aan te sturen, dat de druk (P_{13}) in de meetkamer (13) in hoofdzaak constant is, althans gemiddeld.

35

26. Inrichting volgens een willekeurige der conclusies 13-25, waarbij de stuurinrichting (50) een eerste regelaar (56) en een tweede regelaar (57) omvat;

waarbij de tweede regelaar (57) is ingericht om genoemde aandrijfmiddelen (30) zodanig aan te sturen, dat de verplaatsingssnelheid van de meetzuiger (20) in hoofdzaak constant is;

- 5 waarbij de eerste regelaar (56) is ingericht om aan de tweede regelaar (57) een stuursignaal (ψ) te verschaffen dat indicatief is voor de gewenste snelheid, zodanig, dat de drukval (ΔP) over de meetzuiger (20) in hoofdzaak gelijk is aan nul, althans gemiddeld.

10

27. Inrichting volgens een willekeurige der conclusies 13-26, voorzien van met de meetzuiger (20) gekoppelde terugkoppelmiddelen (60) die aan een terugkoppelingang (53) van de stuurinrichting (50) een terugkoppelsignaal (λ) verschaffen dat
15 representatief is voor de verplaatsingssnelheid van de meetzuiger (20).

20

28. Inrichting volgens conclusie 27, waarbij genoemde terugkoppelmiddelen (60) een continue positiedetector omvatten, ingericht om met hoge resolutie continu de positie van de meetzuiger (20) te meten, welke continue positiedetector bij voorkeur een optische lineaal omvat.

25

29. Inrichting volgens een willekeurige der conclusies 13-28, waarbij de stuurinrichting (50) is geassocieerd met een integrator (70) die is ingericht om een signaal ($\Sigma(tx)$) te verschaffen dat representatief is voor de tijdintegraal van de drukval (ΔP) over de meetzuiger (20);

30

waarbij de stuurinrichting (50) is ingericht om een meting te starten op een eerste tijdstip (t_1) waarop de drukval (ΔP) over de meetzuiger (20) kleiner is dan een eerste ondergrens, bij voorkeur gelijk is aan nul;

35

waarbij de stuurinrichting (50) is ingericht om een positie-meting te verrichten op een tweede tijdstip (t_2) waarop de tijdintegraal ($\Sigma(t_2)$) kleiner is dan een tweede ondergrens, bij voorkeur gelijk is aan nul;
waarbij de stuurinrichting (50) is ingericht om de gemiddelde snelheid van de meetzuiger (20) te berekenen op basis van de in het tijdinterval (t_2-t_1) afgelegde weg; en

waarbij de stuurinrichting (50) is ingericht om de stromings-snelheid van de te onderzoeken gasstroom te berekenen op basis van de aldus berekende gemiddelde zuigersnelheid.

- 5 30. Inrichting volgens een willekeurige der conclusies 13-29, waarbij de hartlijn van de meetcilinder (10) in hoofdzaak horizontaal is gericht.

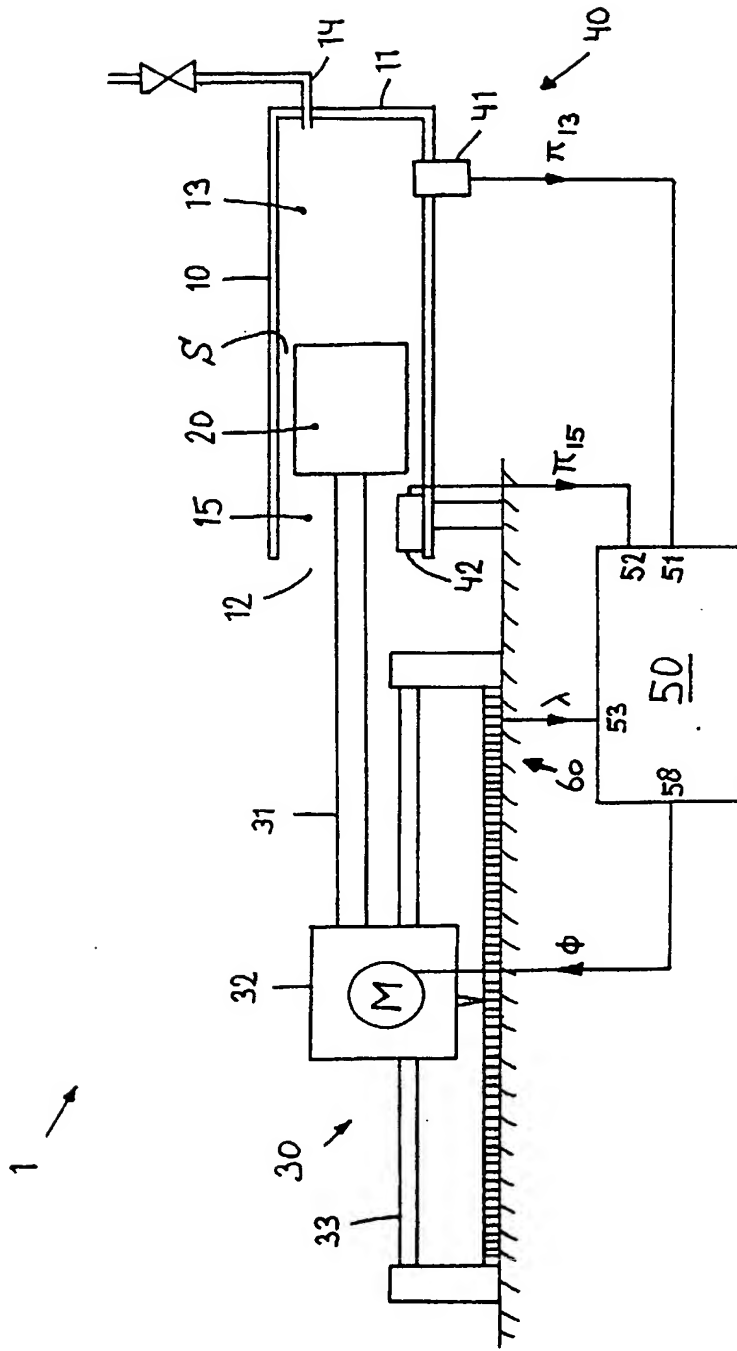


FIG. 1

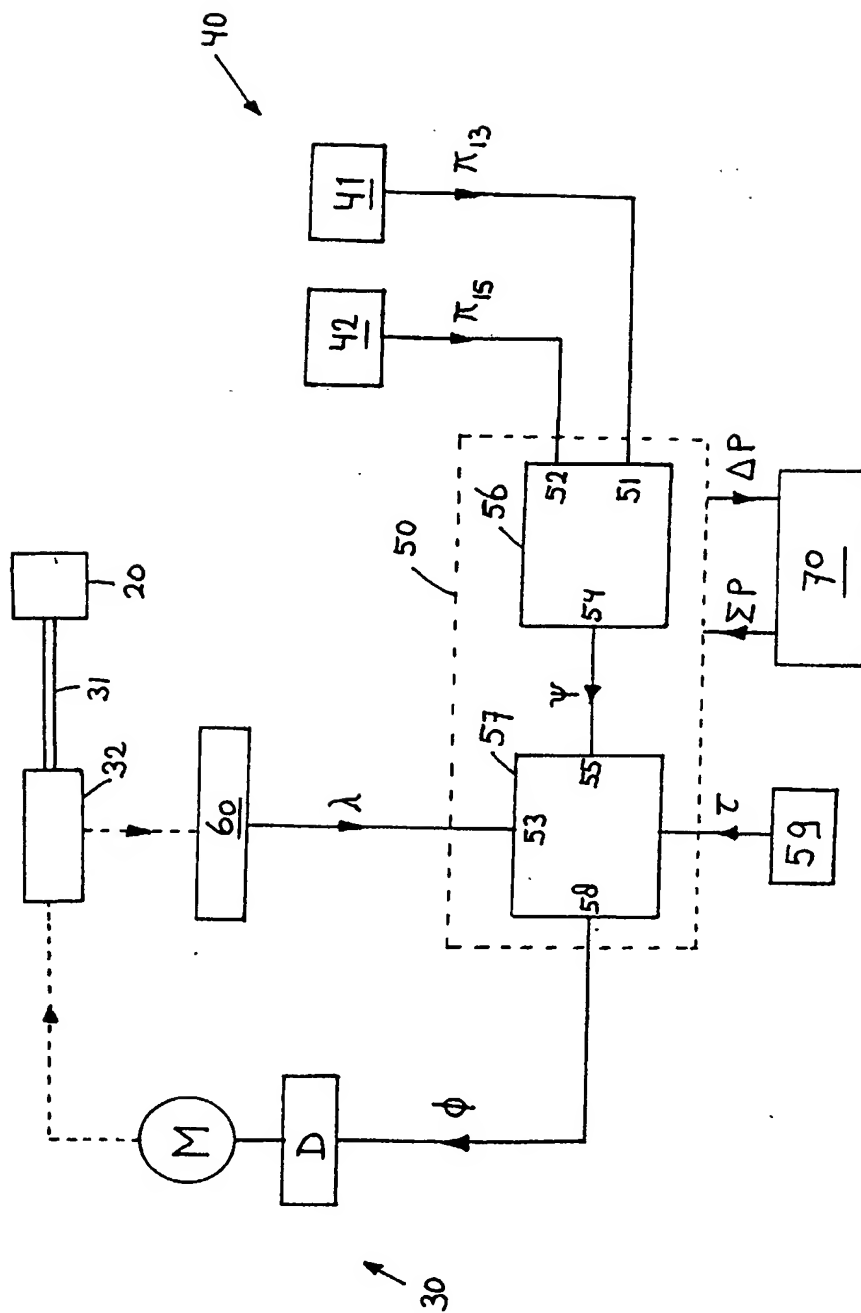


FIG. 2

SAMENWERKINGSVERDRAG (PCT)

RAPPORT BETREFFENDE NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN INTERNATIONAAL TYPE

| | | | |
|---|------|---|--|
| IDENTIFICATIE VAN DE NATIONALE AANVRAGE | | KENMERK VAN DE AANVRAGER OF VAN DE GEMACHTIGDE A00-50148/OGR/TL/MDO | |
| Nederlands aanvraag nr. 1015995 | | Indieningsdatum 23 augustus 2000 | |
| | | Ingeroepen voormangsdatum | |
| Aanvrager (Naam) NMi van Swinden Laboratorium B.V. | | | |
| Datum van het verzoek voor een onderzoek van internationaal type | | Door de Instantie voor Internationaal Onderzoek (ISA) aan het verzoek voor een onderzoek van internationaal type toegekend nr. SN 35618 NL | |
| I. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP (bij toepassing van verschillende classificaties, alle classificatiesymbolen opgeven) | | | |
| Volgens de Internationale classificatie (IPC) Int. Cl.7: G01F25/00 G01F3/16 G01F15/02 | | | |
| II. ONDERZOChte GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK | | | |
| Onderzochte minimum documentatie | | | |
| Classificatiesysteem | | Classificatiesymbolen | |
| Int. Cl.7: | G01F | | |
| Onderzochte andere documentatie dan de minimum documentatie, voor zover dergelijke documenten in de onderzochte gebieden zijn opgenomen | | | |
| | | | |
| III. <input type="checkbox"/> GEEN ONDERZOEK MOGELIJK VOOR BEPAALDE CONCLUSIES (opmerkingen op aanvullingsblad) | | | |
| IV. <input type="checkbox"/> GEBREK AAN EENHEID VAN UITVINDING (opmerkingen op aanvullingsblad) | | | |

**VERSLAG VAN HET NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN
INTERNATIONAAL TYPE**

Nummer van het verzoek om een nieuwheidsonderzoek
NL 1015995

A. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP
IPC 7 G01F25/00 G01F3/16 G01F15/02

Volgens de Internationale Classificatie van octrooien (IPC) of zowel volgens de nationale classificatie als volgens de IPC.

B. ONDERZOCHETE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK

Onderzochte minimum documentatie (classificatie gevolgd door classificatiesymbolen)
IPC 7 G01F

Onderzochte andere documentatie dan de minimum documentatie, voor dergelijke documenten, voor zover dergelijke documenten in de onderzochte gebieden zijn opgenomen

Tijdens het internationaal nieuwheidsonderzoek geraadpleegde elektronische gegevensbestanden (naam van de gegevensbestanden en, waar uitvoerbaar, gebruikte trefwoorden)

C. VAN BELANG GEACHTE DOCUMENTEN

| Categorie * | Geciteerde documenten, eventueel met aanduiding van speciaal van belang zijnde passages | Van belang voor conclusie nr. |
|-------------|---|---------------------------------------|
| X | US 2 892 346 A (SARGENT, J.) 30 Juni 1959 (1959-06-30) | 1-4,6-8, 11-19, 21, 23-27,30 |
| Y A | het gehele document | 5,28 5,9,10, 20,22, 28,29 |
| Y | DD 269 670 A (TELTOV GERAETE REGLER) 5 Juli 1989 (1989-07-05) het gehele document | 5,28 |

☒ Verdere documenten worden vermeld in het vervolg van vak C.

☒ Leden van dezelfde octrooifamilie zijn vermeld in een bijlage

* Speciale categorieën van aangehaalde documenten

- "A" document dat de algemene stand van de techniek weergeeft, maar niet beschouwd wordt als zijnde van bijzonder belang
- "E" eerder document, maar gepubliceerd op de datum van indiening of daarna
- "L" document dat het beroep op een recht van voorrang aan twijfel onderhevig maakt of dat aangehaald wordt om de publicatiedatum van een andere aanhaling vast te stellen of om een andere reden zoals aangegeven
- "O" document dat betrekking heeft op een mondelinge uiteenzetting, een gebruik, een tentoonstelling of een ander middel
- "P" document gepubliceerd voor de datum van indiening maar na de ingeroepen datum van voorrang

"T" later document, gepubliceerd na de datum van indiening of datum van voorrang en niet in strijd met de aanvraag, maar aangehaald ter verduidelijking van het principe of de theorie die aan de uitvinding ten grondslag ligt

"X" document van bijzonder belang; de uitvinding waarvoor uitsluitende rechten worden aangevraagd kan niet als nieuw worden beschouwd of kan niet worden beschouwd op inventiviteit te berusten

"Y" document van bijzonder belang; de uitvinding waarvoor uitsluitende rechten worden aangevraagd kan niet worden beschouwd als inventief wanneer het document beschouwd wordt in combinatie met één of meerdere soortgelijke documenten, en deze combinatie voor een deskundige voor de hand ligt

"a" document dat deel uitmaakt van dezelfde octrooifamilie

Datum waarop het nieuwheidsonderzoek van internationaal type werd voltooid

23 Juli 2001

Verzenddatum van het rapport van het nieuwheidsonderzoek van internationaal type

Naam en adres van de instantie

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

De bevoegde ambtenaar

Boerrigter, H

**VERSLAG VAN HET NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN
INTERNATIONAAL TYPE**

Nummer van het verzoek om een nieuwheidsonderzoek
NL 1015995

C.(Vervolg). VAN BELANG GEACHTE DOCUMENTEN

| Categorie * | Geciteerde documenten, eventueel met aanduiding van speciaal van belang zijnde passages | Van belang voor conclusie nr. |
|-------------|--|--|
| X A | DE 33 19 861 A (PFEIFFER VAKUUMTECHNIK) 6 December 1984 (1984-12-06) het gehele document | 1-4,6-8, 11-19, 21,23-27 5,9,10, 20,22, 28-30 |
| A | <div style="text-align: center;">---</div> US 5 111 682 A (HALPIN MICHAEL W) 12 Mei 1992 (1992-05-12) samenvatting; figuur 1 <div style="text-align: center;">-----</div> | 1,13 |

**VERSLAG VAN HET NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN
INTERNATIONAAL TYPE**
Informatie over leden van dezelfde octrooifamilie

Nummer van het verzoek om een nieuwheidsonderzoek
NL 1015995

| In het rapport genoemd octrooigeschrift | | Datum van publicatie | Overeenkomend(e) geschrift(en) | Datum van publicatie |
|--|---|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| US 2892346 | A | 30-06-1959 | GEEN | |
| DD 269670 | A | 05-07-1989 | GEEN | |
| DE 3319861 | A | 06-12-1984 | CH 663407 A | 15-12-1987 |
| US 5111682 | A | 12-05-1992 | US 4854154 A | 08-08-1989 |